



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07044712 A**

(43) Date of publication of application: 14 . 02 . 95

(51) Int. Cl

G06T 7/60(21) Application number: **05190191**

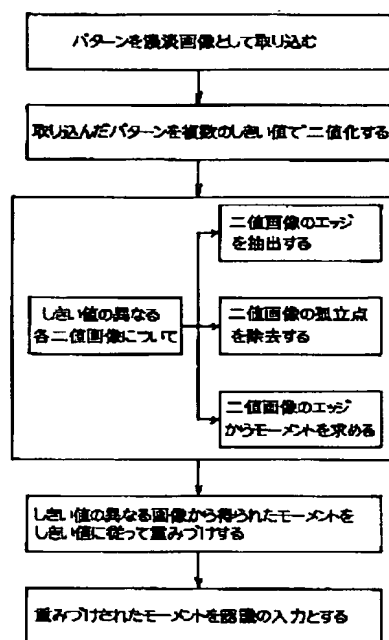
(22) Date of filing: 30 . 07 . 93

(71) Applicant: **KAWASAKI STEEL CORP**(72) Inventor: **MARUYAMA SATOSHI
TATENO JUNICHI
ASANO KAZUYA****(54) CALCULATION METHOD FOR MOMENT OF PICTURE****(57) Abstract:**

PURPOSE: To easily obtain moment immune to at high speed by fetching a prescribed picture as a density picture, generating plural binarized pictures and obtaining one or plural moments on the generated binarized pictures.

CONSTITUTION: A pattern becoming a recognized object is fetched as the density picture. The fetched pattern is binarized by plural thresholds. The number of picture elements is previously calculated as frequency(histogram) for respective density levels, and the thresholds are adjusted so that almost equal numbers of the picture elements are included in respective level ranges, for example. The edges of the plural obtained binarized pictures are extracted, and the moments are calculated from the edges. Then, one or plural moments in the prescribed picture are obtained by weighting/adding the respective moments with weighting corresponding to the thresholds answering to the respective binarized pictures.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-44712

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 6 T 7/60

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8837-5L

G 0 6 F 15/ 70

3 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平5-190191

(22) 出願日

平成5年(1993)7月30日

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 丸山 智

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72) 発明者 ▲館▼野 純一

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72) 発明者 浅野 一哉

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

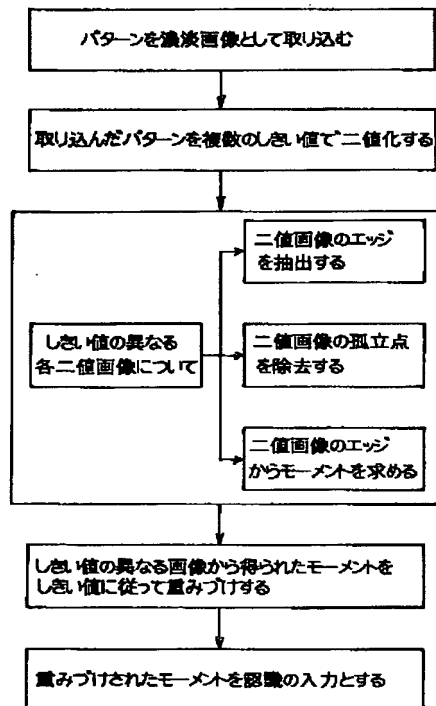
(74) 代理人 弁理士 小杉 佳男 (外2名)

(54) 【発明の名称】 画像のモーメント算出方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、文字や図形のパターン認識等に用いる特徴量としてのモーメント算出方法に関し、簡便かつ高速で雑音に対して頑強なモーメントを求める方法を提供する。

【構成】 濃淡画像を複数のしきい値で二値化することにより複数の二値化画像を生成し、生成した二値化画像について1つもしくは複数の各モーメントを求め、前記複数の二値化画像に亘って、互いに対応する各モーメントを、各二値化画像に対応する前記しきい値に応じた重み付けで重み付け加算することにより、前記所定の画像の、1つもしくは複数の各モーメントを求める。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の画像を濃淡画像として取り込み、取り込んだ濃淡画像を複数のしきい値で二値化することにより複数の二値化画像を生成し、生成した各二値化画像について 1 つもしくは複数の各モーメントを求め、前記複数の二値化画像に亘って、互いに対応する各モーメントを、各二値化画像に対応する前記しきい値に応じた重み付けで重み付け加算することにより、前記所定の画像の、1 つもしくは複数の各モーメントを求めることを特徴とする画像のモーメント算出方法。

【請求項 2】 前記各二値化画像のエッジを抽出し、抽出されたエッジのみに基づいて前記各二値化画像の各モーメントを求めることを特徴とする請求項 1 記載の画像のモーメント算出方法。

【請求項 3】 抽出されたエッジの座標の逐次的な加算のみに基づいて前記各二値化画像の各モーメントを求めることを特徴とする請求項 2 記載の画像のモーメント算出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、文字や図形のパターン認識等に用いる特徴量としてのモーメント算出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】工業製品の文字や図形を初めとするパターンを読み取る処理は業務の効率化に大きく寄与する。そこでいろいろなパターンの読み取り装置が考案されている。例えば、特公平 2-56706 号公報で開示されている方法は、パターンを二値化した後に該パターンをセグメント（パターンの構成要素）に分割し、二次モーメントを求めてこれを認識に用いる方法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが特公平 2-56706 号公報で開示されている方法は、二次モーメントを求めるときにパターンを単一のしきい値のみで二値化するので濃淡画像の持つ情報の主要な部分を失ってしまい、雑音に対しての影響を受けやすくなる。本発明では、簡便かつ高速で雑音に対して頑強なモーメントを求める方法を提供する。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明は、所定の画像を濃淡画像として取り込み、取り込んだ濃淡画像を複数のしきい値で二値化することにより複数の二値化画像を生成し、生成した各二値化画像について 1 つもしくは複数の各モーメントを求め、前記複数の二値化画像に亘って、互いに対応する各モーメントを、各二値化画像に対応する前記しきい値に応じた重み付けで重み付け加算することにより、前記所定の画像の、1 つもしくは複数の各モーメントを求めることを特徴とす

る画像のモーメント算出方法である。

【0005】ここで、上記各二値化画像のエッジを抽出し、抽出されたエッジのみに基づいて上記各二値化画像の各モーメントを求めることが好ましく、また、抽出されたエッジの座標の逐次的な加算のみに基づいて上記各二値化画像の各モーメントを求めることがさらに好ましい。

【0006】

【作用】本発明者は、濃淡画像から得られる特徴が、二値画像から得られる特徴より豊富であり、かつ雑音の影響を受けにくいことにヒントを得た。また、モーメントは線形な演算であるため、重ね合わせを行うことができることに着目した。さらに二値画像に関するモーメントの演算については、領域のエッジ座標だけでモーメントを求める高速アルゴリズムが提案されている（B-C LI, J SHEN, FAST COMPUTATION OF MOMENTO INVARIANTS, Pattern Recognition, Vol. 24, No. 8, pp. 807-813）ので、高速演算に好適である。

【0007】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。図 1 は、本発明の一実施例を適用した、画像認識の各工程を示した工程図である。まず認識する対称となるパターンを濃淡画像として取り込む。取り込む手段は、テレビカメラ、スキャナなど、どのようなものでもよい。

【0008】次に取り込んだパターンを複数のしきい値 $T(t)$ ($t=1, \dots, N; T(t+1) > T(t)$) で二値化する。しきい値 $T(t)$ の求め方としては、いくつか考えられる。例えば、図 2 に示すように、濃度レベルごとの画素の数を頻度（ヒストグラム）として前もって計算し、各レベル範囲内にほぼ同数の画素が含まれる（各面積 S_1, S_2, \dots, S_n が互いにほぼ等しい）ようにしきい値 t_1, t_2, \dots, t_n を調整する。このときのしきい値の数は場合によるが、少ない場合で 5 段階、多くても 10 段階で目的が達成されることが経験から明らかになっている。

【0009】もしくは、図 3 に示すように、濃度レベルごとの画素の数を累積の濃度分布として前もって計算する。そして累積濃度分布で濃度の増加の激しいところをしきい値として選び、計算する。これは濃度の変化が激しいところがモーメントも変わりやすくなっているという経験的な事実に基づいている。上述のようにしてしきい値 $T(t)$ を定め二値画像を生成すると、その二値画像に孤立点が含まれることがあり、この孤立点は除去することが望ましい。孤立点とは、二値化したあとにパターンをラベル付けしたとき、同じラベルの画素の数が 1 であるパターンをいう。孤立点は、実際にラベル付けを行い各ラベルごとに画素の数を計測することにより除去できる。またラベル付けを行わずに、4 近傍または 8 近

傍でフィルタリングを行い、フィルタの値がある値以下のときに孤立点とみなし除去することもできる。たとえば画面を二値化した後で、画素の値が0または1であるとする。孤立点の候補の画素 (i, j) の画素の値 $I(i, j)$ に対して、次の量を計算する。

【0010】4近傍のとき

$$f = I(i-1, j) + I(i+1, j) + I(i, j-1) + I(i, j+1)$$

8近傍のとき

$$f = I(i-1, j-1) + I(i, j-1) + I(i+1, j-1) + I(i-1, j) + I(i, j) + I(i+1, j) + I(i-1, j+1) + I(i, j+1) + I(i+1, j+1)$$

そしてこのフィルタの値が1以上であれば近傍に点が存*

$$m(p, q; T(t)) = \sum x^{p+1} \cdot y^q \Delta y / (p+1) \quad \dots (1)$$

あるいは

$$m(p, q; T(t)) = -\sum x^p \cdot y^{q+1} \Delta y / (q+1) \quad \dots (2)$$

ただし、 $(x, y) \in D(T(t))$ 、 Δy は周囲の単位長さあたりの変化量を表わす。また、 $\partial D(T(t))$ は $D(T(t))$ の境界 y を表わす。

【0013】この結果により計算時間を減少させることができる。最後に、しきい値によって重みをつける。

$$m(p, q) = \sum (T(t) - T(t-1)) \cdot m(p, q; T(t))$$

ただし $t=1, \dots, N$ 、 $T(0)=0$ とする。以上が基本的な操作である。ここで特に(1)式を変形することにより、特定のモーメントについてさらに計算時間を短くすることができる。

【0014】通常の計算機では、加減算に要する時間は乗算のそれより非常に短い。そこで(1)式を加減算のみで求めることを考える。これには次のようにする。まず座標 (x, y) をパラメータ i ($i=1, \dots, M$; M は ∂D に属する画素の数) を使って (x_i, y_i) と表す。このとき x_i と x_{i+1} の差を0または ± 1 に、また y_i と y_{i+1} の差も0または ± 1 になるように i を選ぶ。実際に ∂D を求めるときは図形 D の周囲を連続してたどるので、 i を上記のように選ぶことは容易である。次にモーメント $m(p, q)$ を、次式

$$m(p, q) = u(p, q) / (p+1) = -v(p, q) / (q+1)$$

で定義される u, v を用いて次のように変形する。

$$【0015】u(0, 0) = \sum x_i \Delta y_i$$

$$u(0, 1) = \sum x_i y_i \Delta y_i$$

$$u(0, 2) = \sum x_i y_i^2 \Delta y_i$$

$$u(0, 3) = \sum x_i y_i^3 \Delta y_i$$

$$u(2, 1) = \sum x_i^2 y_i \Delta y_i$$

$$v(1, 1) = \sum x_i y_i^2 \Delta x_i$$

$$v(2, 0) = \sum x_i^2 y_i \Delta x_i$$

* 在するので孤立点とはみなさない。フィルタの値が0であれば孤立点とみなして除去する。

【0011】このようにして孤立点の除去された複数の二値画像について以下の処理を行う。まず二値画像のエッジを抽出する。次にエッジからモーメントを計算する。モーメント $m(p, q)$ とは、対象領域を $D(T(t))$ とすると、次の量で表わされる量である。

$$m(p, q; T(t)) = \sum x^p \cdot y^q$$

ただし $(x, y) \in D(T(t))$

ここで i^p, j^q はそれぞれ i の p 乗、 j の q 乗を表す。

【0012】これをグリーンの定理を用いて次のように書き直すことができる。

$$m(p, q; T(t)) = \sum x^{p+1} \cdot y^q \Delta y / (p+1) \quad \dots (1)$$

$$v(3, 0) = \sum x_i^3 y_i \Delta x_i$$

$$v(1, 2) = \sum x_i y_i^2 \Delta x_i$$

$$v(1, 0) = \sum x_i y_i \Delta x_i$$

このようにすれば、以下の5種類の単項式

$$x_i y_i, x_i y_i^2, x_i y_i^3, x_i^2 y_i, x_i^3 y_i$$

をかけ算なしで求められればよいことがわかる。実際それは可能である。以下、 $x_{i+1} = x_i + 1$ の場合について述べる。他の場合も同様である。まず

$$x_{i+1} y_i = x_i y_i + y_i$$

であり、 $x_i y_i$ はすでに計算されているから、 x_{i+1}

30 y_i は一回の加算で求められる。同様に

$$x_{i+1} y_i^2 = x_i y_i^2 + y_i^2$$

$$x_{i+1} y_i^3 = x_i y_i^3 + y_i^3$$

と計算できるので、それぞれ一回の加算で済む。 y_i^2, y_i^3 はあらかじめ計算しておく必要があるが、加算のみで可能である。この方法は後述する。次に

$$x_{i+1}^2 y_i = \{x_i^2 + x_i + [x_i + 1]\} y_i$$

$$= (x_i^2 y_i + x_i y_i) + x_{i+1} y_i$$

と変形すれば右辺の各項は計算済みの量である。したがって $x_{i+1}^2 y_i$ も加算のみで計算できる。また

$$40 \quad x_{i+1}^3 y_i = \{x_i^3 + x_i^2 + x_i^2 x_i + x_i^2\} y_i$$

$$= x_i^3 y_i + x_i^2 y_i$$

と変形することにより、すでに求めた項から加算によって求められることがわかる。

【0016】最後に y^2, y^3 の計算方法について述べる。これも上述の式変形を応用すればよい。すなわち、ある k について $y_{k+1} = y_k + 1$ となったときに、

$$y_{k+1}^2 = y_k^2 + y_k + (y_k + 1)$$

$$y_{k+1}^3 = y_k^3 + y_k^2 + (y_k^2 + y_k) + y_k^2 + y_k + (y_k + 1)$$

50 を利用して求めておくのである。従って、 $y_{k+1} = y_k$

+1となった先の例では上述の式変形とともに、 x_{in}^3 を計算しておき、のちに y_i が変化したときに使えるようにしておく必要がある。

【0017】この考え方をを用いたモーメントを演算するための回路例を図4に示す。図4における各ブロックは、各2つの入力を加算ないし減算することを表わしている。尚、二値画像を求めた際に、その二値画像に周囲が所定のパターンで取り囲まれた穴が形成される場合があるが、エッジに基づいてモーメントを求めるに当たり、しきい値より画素値の低い領域を常に、例えば右に見てエッジを一周することとすると、穴については求められる値が自動的にマイナスになるため、モーメントの演算するにあたり穴が存在することによる不都合はない。

【0018】図5は本発明を実施する装置のブロック図である。以下この図に沿って説明する。認識すべきパターン1をテレビカメラ2によって読み込む。読み込まれたパターンはA/D変換回路3により空間的に離散化され、かつ濃度レベルも離散化される。この結果が濃淡画像メモリ4に格納される。その後、しきい値保持メモリ5によって二値化しきい値がそのつど読み出され、二値画像メモリ6に格納される。二値画像メモリ6から孤立点除去、エッジ抽出回路7により孤立点が除去された画像に対するエッジが抽出され、エッジ画像メモリ8に格納される。エッジ画像メモリから二値画像モーメント計算回路9により、各種のモーメントが計算される。これ等の結果は、二値画像モーメント保持メモリ10に格納される。

【0019】複数のしきい値に対してすべてモーメントが計算された後、しきい値保持メモリ5と二値画像モーメント保持メモリ10から濃淡画像モーメント計算回路11により濃淡画像のモーメントが計算される。このモーメントはパターン認識装置12の入力となり、パターンの認識に使われる。ここで、モーメントからパターン認識をする例を述べる。これは文字の特徴がモーメントによって表わされることを利用する。例えば図6の字体で平行移動に不変なモーメントのうち次の4種類を計算した。ただし図6はエッジのみが描かれており、これらのエッジで囲まれる領域内が所定の濃度を有している。

【0020】

特徴量1 $m(1, 0)$ (重心位置、x方向)
 特徴量2 $m(0, 1)$ (重心位置、y方向)
 特徴量3 $m(2, 0)$ (二次モーメント、x方向)
 特徴量4 $m(0, 2)$ (二次モーメント、y方向)
 ただし、 $m(1, 0)$ 、 $m(0, 1)$ については、パターンの外接長方形に対して相対的な値とする。これらの値を表1に示す。

【0021】

【表1】

特徴量の標準偏差		$\sigma_1 = 0.807$	$\sigma_2 = 0.740$	$\sigma_3 = 260$	$\sigma_4 = 257$
H		5.50	8.50	1126	1699
G		5.25	8.62	977	2090
F		3.29	6.72	357	1384
E		4.16	8.51	597	2052
D		5.46	8.53	1049	2047
C		4.44	8.49	733	2005
B		5.62	8.52	1000	2050
A		5.64	9.61	560	1553
特徴量1					
特徴量2					
特徴量3					
特徴量4					

【0022】この表1は各クラスの代表的な字体についての値であり、実際は同じクラスについて雑音により多少異なったパターンが得られる。実験では各クラスにおいて10個のパターンを採取した。特徴量1～4を用いて、最短距離分類により認識を行った。すなわち、未知のパターンについて特徴量1～4を求め、これらの特徴をベクトルと見なし、最も近いパターンを探す。このもっとも近いパターンが属するクラスが未知のパターンの属するクラスであるとする方法である。距離の算出には、既知のパターンの特徴量を x_1, x_2, x_3, x_4 、それらの各標準偏差をそれぞれ $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ 、未知のパターンの特徴量を P_1, P_2, P_3, P_4 、距離を d としたとき、

$$d^2 = (x_1 - P_1)^2 / \sigma_1^2 + (x_2 - P_2)^2 / \sigma_2^2 + (x_3 - P_3)^2 / \sigma_3^2 + (x_4 - P_4)^2 / \sigma_4^2$$

により求められる。

【0023】次に上記方法による文字認識の有効性確認のための実験例について説明する。図7は、この実験に用いた文字（数字）‘2’を12×12画素にサンプリングした画像の、画像濃度を10段階（0～9）の数字で表わした図である。大きな数字ほど文字部分を反映している。また図8は、図7の画像を濃度4と5の間で二値化した画像であり、濃度5以上は‘□’で、濃度4以下は‘・’で表わしている。このようにみると二値化画像はノイズが多いことがわかる。このような画像に対してモーメントを求めることによって文字の認識を試みた。使用するモーメントは次の10種である。

【0024】 $m(0, 0)$, $m(0, 1)$, $m(1, 0)$, $m(1, 1)$, $m(0, 2)$, $m(2, 0)$, $m(3, 0)$, $m(0, 3)$, $m(1, 2)$, $m(2, 1)$

これらの特徴量を入力とし、所属するクラス、所属しないクラスをそれぞれ1, 0で表現する線形の重回帰モデルによってパターン認識装置を構成した。モーメントは二値画像のものと濃淡画像のものの二種類を比較した。二値化の方法には判別分析法を用いている。また両者ともに二値化の後孤立点を除去している。両者の画像による結果を表2に示す。二値画像の識別結果は目視によるものとかかなり異なっている。この理由は、二値化したためにモーメント量が雑音の影響を受けやすくなったためと考えられる。この結果からモーメントによってパターンを認識する場合は、濃淡画像のモーメントが二値画像のモーメントより好ましいことがわかる。

【0025】次に同一のパターンに対して、同一の装置による処理時間を従来方法と本方法を対比させて求めた。この結果を表3に示す。数字の単位は二値化に要する時間とした。従来方法とは、エッジ抽出を行わずに求*

*める方法、乗算とはエッジを抽出した後モーメントをエッジの乗算により求める方法、加算とはエッジを抽出した後モーメントをエッジの加算により求める方法である。乗算と加算では、モーメントを正確に求めるために、複数のしきい値を用意した。この場合はしきい値を10種類設けた。このとき、従来の、エッジを抽出しない多値のモーメントで求めた時の認識性能と同等の濃淡画像のモーメントを、本発明方法で計算するためには、複数のしきい値で二値化するための時間が必要であるが、モーメント計算が高速で行えるので、二値化に費やされる時間を入れても時間が十分短縮できている。特にモーメント計算に加算のみからなる方法を採用した場合では、エッジ抽出や、二値モーメント算出の時間を合わせても、全体として従来の方法の約1/5の処理時間で済むことがわかる。

【0026】以上の実施例は乗算に比べて加算の速い中央処理装置を濃淡画像処理回路に用いた場合であるが、これに限らず、処理回路に専用のハードウェアを用いることもできる。図3によれば加算は並列で行うことができる。従ってハードウェアとしては演算の同期をとることができるシストリックアレイなどが好適である。

【0027】

【表2】

	本方法	二値化
目視判断と一致	45	10
目視判断と異なる	2	30
判断できず	3	10

【0028】

【表3】

	従来方法	乗算	加算
二値化	0	10	10
エッジ抽出	0	20	20
二値モーメント計算	0	95	25
多値モーメント計算	300	5	5
計	300	100	60

【0029】尚、本発明は狭義のパターン認識にのみ用い得るものではなく、例えば以下に述べるように画像上のパターンの傾きの検出等にも用いることができる。画像パターンの傾きを求めるには、傾きを求めようとするパターン列を濃淡画像として画像メモリに取り込み、取り込んだパターンを複数のしきい値で二値化して各しきい値に応じた二値画像を複数作成し、前記各二値画像に関して孤立点除去操作を行ったあとエッジを抽出し、エ

ッジのみからパターン列のモーメントを求めたのち、各モーメントから複数のしきい値に応じて重み付けして濃淡画像のモーメントを求める。この濃淡画像のモーメントから画像上のパターンの傾きが求められる。具体的には、パターン列の傾き k はモーメントを使って次の式で与えられる。

【0030】

【数1】

9

10

$$k = \frac{m(0,0)m(1,1) - m(0,1)m(1,0)}{m(0,0)m(2,0) - m(0,1)m(0,1)}$$

【0031】このように本発明は、パターン認識に関連した種々の用途に用いることができるものである。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、濃淡のモーメントによってパターンの特徴量を捉えるようにしたので、雑音に強いパターン認識や欠陥信号の分離が容易にできる。また、モーメントの計算に加法のみからなる高速アルゴリズムを使用できるので、他の方法に比べてより多量の認識を単位時間内に行うことができる。さらにこのアルゴリズムをハードウェアとして実現することもシストリックアレイの使用により容易に行える。

【0033】以上の効果から、産業上に寄与するところが極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のパターン認識装置の構成図である。

【図2】画像の濃度レベルのヒストグラムである。

【図3】画像の濃度レベルの累積ヒストグラムである。

【図4】モーメントを求める回路の例である。

*【図5】本発明を実施する装置のブロック図である。

【図6】パターン認識が行われる文字パターンの例である。

【図7】パターン認識に用いた濃淡画像の一例である。

【図8】図7に示す濃淡画像をあるしきい値で二値化した二値画像の一例である。

【符号の説明】

1 認識すべきパターン

2 テレビカメラ

3 A/D変換回路

4 濃淡画像メモリ

5 しきい値保持メモリ

6 二値画像メモリ

7 孤立点除去、エッジ抽出回路

8 エッジ画像メモリ

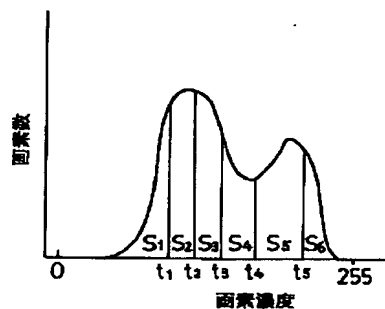
9 二値画像モーメント計算回路

10 二値画像モーメント保持メモリ

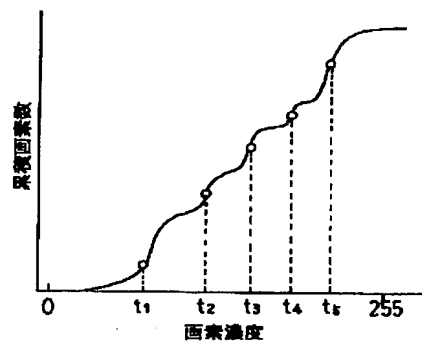
11 二値画像モーメント計算回路

* 12 パターン認識装置

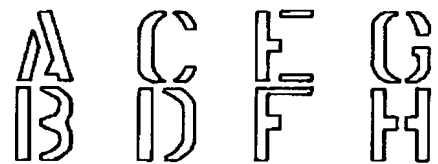
【図2】



【図3】



【図6】

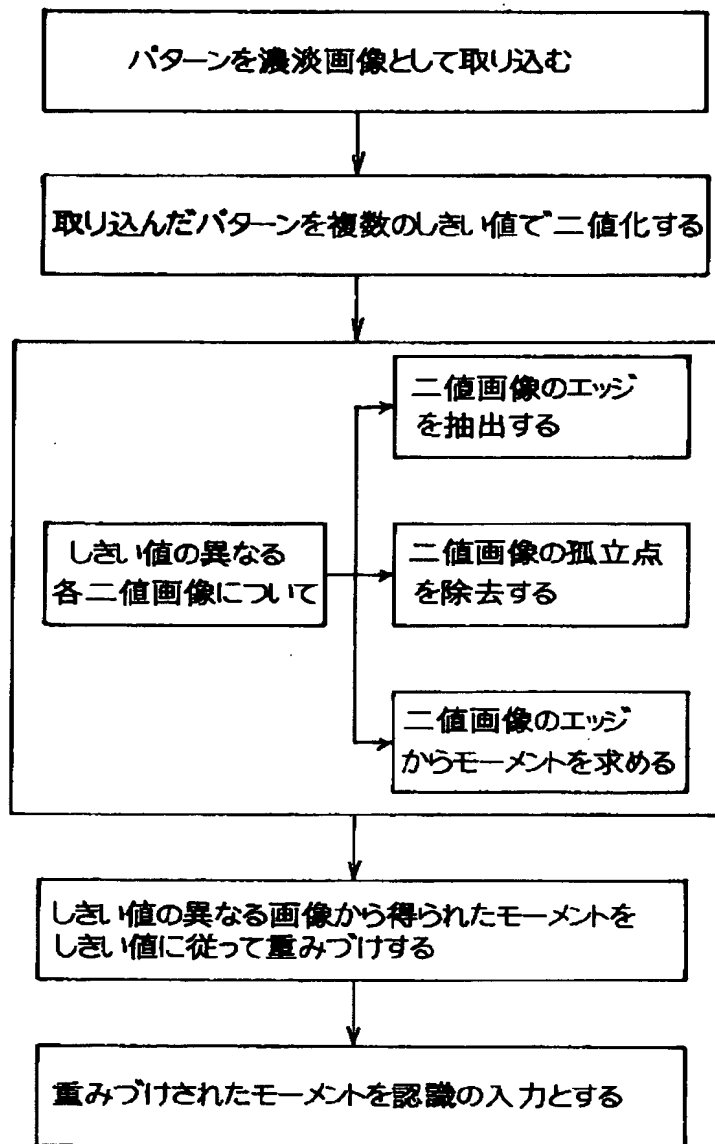


【図7】

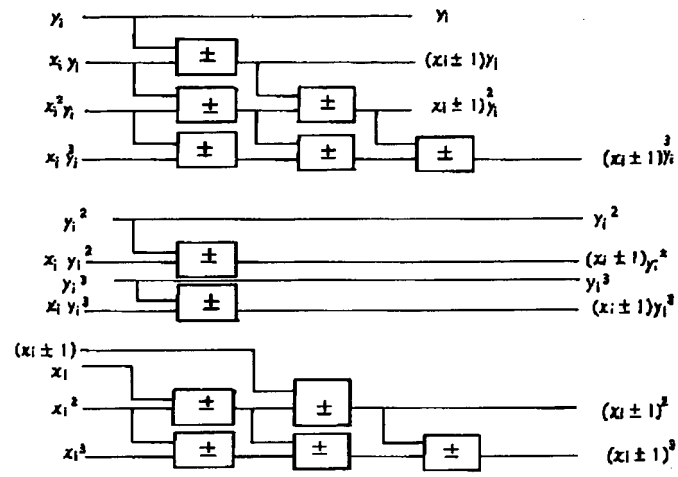
【図8】

001237953201
 012347745903
 532293338799
 978032533788
 354535033978
 843242346899
 330323789992
 523411397631
 287238039612
 126799787288
 998230989878
 309878963209
 309878963209

【図1】



【図 4】



【図5】

